

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-020866  
 (43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

G10K 11/178  
 G01H 3/00  
 G10K 11/16  
 // F24F 5/00

(21)Application number : 08-179444

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 09.07.1996

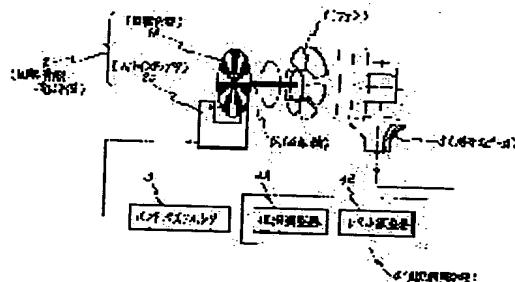
(72)Inventor : OKADA TAKAYUKI

## (54) FAN NOISE MUFFLER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To effectively reduce the noise level of a fundamental wave with high noise level by detecting rotational information of a rotary disk added with variable information answering the number of blades of a fan and outputting a fundamental wave signal equal to the product of the number of revolution and the number of blades of the fan and its harmonic signal as electric signals.

**SOLUTION:** The rotary disk 2A rotating in linking with the fan 1 allows or prevents the passing through of light from a signal detector (photointerrupter) 2B. The signal detector 2B outputs the signal having a main component of a frequency equal to the product between (the number of revolution/second) and (the number of blades) by this operation. A band-pass filter 3 extracts only the frequency (fundamental frequency) equal to the product between (the number of revolution) and (the number of blades) from that output signal. The fan noise signal of the fundamental frequency is adjusted by a phase adjuster 4A and a level adjuster 4B in its phase and amplitude, and is outputted from a muffling speaker 5 as a sound wave having a reverse waveform to a primary characteristic frequency sound of a fan noise.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.07.1996  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 2939940  
 [Date of registration] 18.06.1999  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-20866

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G10K 11/178			G10K 11/16	H
G01H 3/00			G01H 3/00	A
G10K 11/16			F24F 5/00	Q
// F24F 5/00			G10K 11/16	B

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-179444

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月9日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 岡田 隆之

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

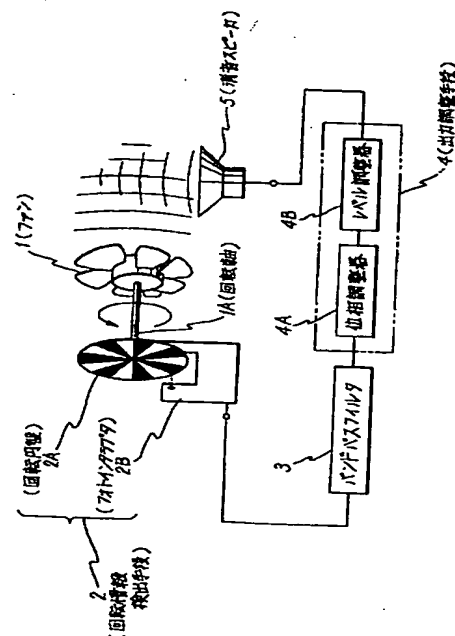
(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

(54) 【発明の名称】 ファン音消音装置

# (57) 【要約】

【課題】 少なくとも騒音レベルの高い基本波の騒音レベルを有効に低減し、効率的でしかも信頼性の高いファン音消音装置を提供すること。

【解決手段】 ファン1, 11からの騒音を検出する回転情報検出手段2, 12と、この騒音情報から基本波を抽出するバンドパスフィルタ3, 13と、抽出された騒音の基本波信号の振幅と位相とを調整し出力する出力調整手段4, 14と、この出力調整手段4, 14から出力を音声信号に変換し放出する消音スピーカ5, 25とを備えている。そして、回転情報検出手段2, 12を、ファン1, 11の回転軸に連結され該ファンの羽根数に対応した変化情報が付された回転円盤2Aと、この回転円盤2Aの回転情報が備えている基本波信号及びその高調波信号を電気信号として出力するフォトインタラプタ2Bを含む構成としたこと。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ファンの回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出し電気信号に変換する回転情報検出手段と、この回転情報検出手段からの出力を入力し前記ファンから発する騒音の基本波を抽出する周波数成分抽出手段と、この周波数成分抽出手段で抽出された騒音の基本波信号の振幅と位相とを調整し出力する出力調整手段と、この出力調整手段から出力される基本波信号にかかる電気信号を音声信号に変換し前記ファンからの騒音に向けて放出する消音スピーカとを備え、前記回転情報検出手段を、前記ファンの回転軸に連結され当該ファンの羽根数に対応した変化情報が付された回転円盤と、この回転円盤の回転情報を検知すると共に当該回転情報が備えている前記ファンの回転数と羽の枚数との積に等しい基本波信号及びその高調波信号を電気信号として出力する信号検出器とを含む構成としたことを特徴とするファン音消音装置。

【請求項2】 ファンの回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出し電気信号に変換する回転情報検出手段と、この回転情報検出手段からの出力を入力し前記ファンから発する騒音の基本波を抽出する周波数成分抽出手段と、この周波数成分抽出手段で抽出された騒音の基本波信号の振幅と位相とを調整し出力する出力調整手段と、この出力調整手段から出力される基本波信号にかかる電気信号を音声信号に変換し前記ファンからの騒音に向けて放出する消音スピーカとを備え、前記回転情報検出手段を、前記ファンの各羽根に装着した磁性部材と、この磁性部材に対応して前記ファンに近接して装備した磁気センサと、この磁気センサの出力を増幅して前記周波数成分抽出手段に送り込むブレインプとを含む構成としたことを特徴とするファン音消音装置。

【請求項3】 ファンの回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出し電気信号に変換する回転情報検出手段と、この回転情報検出手段で検出されるファンの回転数情報に基づいて作動し当該ファン騒音の基本波および一又は二以上の高調波の各周波数成分を個別に抽出する複数の周波数成分抽出手段と、この周波数成分抽出手段から出力される基本波および一又は二以上の高調波の各周波数成分を各別に出カレベルと位相とを調整する複数の出力調整手段と、この各出力調整手段から出力される信号を音声信号に変換して前記ファンからの騒音に向けて放出する消音スピーカとを備え、前記複数の出力調整手段と消音スピーカとの間に、前記各出力調整手段の各出力を合成する出力合成回路を装備したことを特徴とするファン音消音装置。

【請求項4】 前記ファン音の放射空間に当該ファン音にかかる騒音の消音状況を監視する騒音レベル検出手段を装備し、この騒音レベル検出手段で検出される騒音レベルに基づいて少なくとも前記出力調整手段を操作制御

して前記ファン騒音にかかる周波数の振幅と位相とを調整しそれぞれ最適消音状態に設定制御するコントローラを装備したことを特徴とする請求項1、2又は3記載のファン音消音装置。

## 05 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ファン音消音装置に係り、特に、家電品やOA機器などの冷却ファンをはじめ、空調用の送風ファン等、騒音発生源である全てのファンを対称とし且つアクティブ方式を採用したファン音消音装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ファン音の消音技術は、吸音材や遮音材などを用いるパッシブ方式と、ファン音と逆波形の関係にある音波を積極的に作り出して音波干渉で消音するアクティブ方式に大別される。

【0003】ここで、アクティブ消音装置の従来例を第9図に示す。この図8に示す従来のアクティブ方式にあっては、まず、ダクト100内のファン50の近傍に装備された第1のマイクロホン51と、この第1のマイクロホン51から所定距離離れてダクト100内に装備された第2のマイクロホン52と、この各マイクロホン51、52の相互間に装備された消音用スピーカ53とを備えている。また、この消音用スピーカ53から出力される音声信号のレベルを前述した第1乃至第2のマイクロホン51、52からの入力信号に基づいて調整するコントローラ54が装備されている。

【0004】そして、この図9に示す従来例では、まず、騒音源であるファン50からダクト100内を伝搬する音波がマイクロホン51で検出され、コントローラ54に入力される。このとき、消音効果を評価するマイクロホン52の信号もコントローラ54に入力される。

【0005】この評価用の第2のマイクロホン52は、消音用スピーカ53から発した音波とファン50から伝搬する音波が互いに干渉した後の音波を検出するものであり、コントローラ54は第2のマイクロホン52の信号が零となるような信号をデジタル信号処理等の手法により作成して前述した消音用スピーカ53を駆動する。これにより、マイクロホン52が装備された位置の騒音が低減されるようになっている。

【0006】この場合、上記従来例のものは、既設のファン50に対して後付け的に設置できるという利点があり、また、第2のマイクロホン52側（ダクトから空気が送り出される側）の騒音を消音するように動作するため、騒音特性の変化やシステムの経年変化の影響を受けにくいという利点を備えたものとなっている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例にあっては、第1のマイクロホン51及び消音用スピーカ53の設置は電気-音響系で閉ループを形成する

ため、コントローラ54の動作が不安定となりやすく、時にはハウリングを起こして騒音を増大するという不都合が生じていた。

【0008】また、上記従来例にあっては、ファンの回転数を検出してから高調波を作成するため、逆波形音波の作成に必要な信号処理に所定の時間を要し、その結果、ファンと消音用スピーカとの間に所定距離を有するため、ダクト6等を備えたものには好適であるが、それ以外のもの（ダクト6等を有しないもの）には不適なものとなっていた。このため、上記従来例の実施にあっては、常にダクト6等を装備しなければならないという不都合が生じていた。

【0009】

【発明の目的】本発明は、上記従来例の有する不都合を改善し、少なくとも騒音レベルの高い基本波の騒音レベルを有効に低減し、これによって、効率的でしかも信頼性の高いファン音消音装置を提供することを、その目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の発明では、ファンの回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出し電気信号に変換する回転情報検出手段と、この回転情報検出手段からの出力を入力し前記ファンから発する騒音の基本波を抽出する周波数成分抽出手段と、この周波数成分抽出手段で抽出された騒音の基本波信号の振幅と位相とを調整し出力する出力調整手段と、この出力調整手段から出力される基本波信号にかかる電気信号を音声信号に変換し前記ファンからの騒音に向けて放出する消音スピーカとを備えている。

【0011】そして、上記回転情報検出手段を、ファンの回転軸に連結され当該ファンの羽根数に対応した変化情報が付された回転円盤と、この回転円盤の回転情報を検知すると共に当該回転情報が備えている上記ファンの回転数と羽の枚数との積に等しい基本波信号及びその高調波信号を電気信号として出力する信号検出器とを含む構成とする、という手法を採っている。

【0012】このため、この請求項1記載の発明では、まず、ファンの回転運動と共に作動する回転情報検出手段によって「回転数/秒」と「羽根の枚数」との積に等しい周波数を含んだ電気信号が作成され、これに基づいて、ファンの特徴周波数音を消音する参照信号が作成される。

【0013】次に、作成された参照信号の中から「回転数/秒」と「羽根の枚数」との積に等しい周波数を抽出する周波数成分抽出手段により特徴周波数（ここでは基本波信号）のみを抽出する。この抽出した信号と1次特徴周波数音との相関は強く、当該抽出した信号の振幅と位相を変更する出力調整手段により、1次特徴周波数音に対する逆波形を形成する。最後に、消音スピーカによ

って逆波形音波を再生され、これをファン音と音波干渉させることで消音が実現される。

【0014】ファン音の特徴は、渦や剥離によって生じる広帯域にわたる成分と、回転に起因して発生する離散騒音成分（即ち、回転周波数の高調波周波数に現れる卓越ピーク成分）とからなる。後者の内、ファンの「回転数/秒」と「羽根の枚数」の積に一致する周波数の卓越成分は著しく大きくなり、この成分を消音することがファン音の低減に大きく貢献する。この請求項1記載の発明では、これを可能とした。

【0015】請求項2記載の発明では、ファンの回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出し電気信号に変換する回転情報検出手段と、この回転情報検出手段からの出力を入力し前記ファンから発する騒音の基本波を抽出する周波数成分抽出手段と、この周波数成分抽出手段で抽出された騒音の基本波信号の振幅と位相とを調整し出力する出力調整手段と、この出力調整手段から出力される基本波信号にかかる電気信号を音声信号に変換し前記ファンからの騒音に向けて放出する消音スピーカとを備えている。

【0016】そして、前述した回転情報検出手段を、ファンの各羽根に装着した磁性部材と、この磁性部材に対応して上記ファンに近接して装備した磁気センサと、この磁気センサの出力を増幅して前述した周波数成分抽出手段に送り込むプリアンプとを含む構成とする、という手法を採っている。

【0017】このため、この請求項2記載の発明では、前述した請求項1記載の発明と同等に機能するほか、特に回転情報検出手段を、磁性部材と、この磁性部材に対応して上記ファンに近接して装備した磁気センサとにより構成したので、当該回転情報検出手段を大幅に小型化できるという利点がある。

【0018】請求項3記載の発明では、ファンの回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出し電気信号に変換する回転情報検出手段と、この回転情報検出手段で検出されるファンの回転数情報に基づいて作動し当該ファン騒音の基本波および又は二以上の高調波の各周波数成分を個別に抽出する複数の周波数成分抽出手段と、この周波数成分抽出手段から出力される基本波および又は二以上の高調波の各周波数成分を各別に出力レベルと位相とを調整する複数の出力調整手段と、この各出力調整手段から出力される信号を音声信号に変換して前記ファンからの騒音に向けて放出する消音用スピーカとを備えている。

【0019】そして、前述した複数の出力調整手段と消音スピーカとの間に、上記各出力調整手段の各出力を合成する出力合成回路を装備する、という構成を採っている。

【0020】このため、この請求項3記載の発明では、前述した請求項2記載の発明と同等の機能を有するほ

か、更に、信号の振幅と位相を調整する手段を基本周波数に対してだけでなく、その高調波に対しても対応し得るように振幅と位相調整の手段を複数個備えたので、基本周波数のみ或いは任意の次数の特徴周波数成分のみではなく、複数の高調波成分の同時消音をも可能とする。

【0021】更に、これらの信号を加算する手段によって、単独の振幅や位相調整の影響が他のチャンネルの振幅や位相状態に影響を与えることがなく、それぞれの調整を独立に行うことができる。又、複数の卓越ピーク成分が低減するとファン音の低減量をより大きくすることができ、ファン騒音の低減をより有効に実行することができる。

【0022】請求項4記載の発明では、上述した各請求項記載の発明において、ファン音の放射空間に当該ファン音にかかる騒音の消音状況を監視する騒音レベル検出手段を装備し、この騒音レベル検出手段で検出される騒音レベルに基づいて少なくとも前述した出力調整手段を操作制御して上記ファン騒音にかかる周波数の振幅と位相とを調整しそれぞれ最適消音状態に設定制御するコントローラを装備する、という構成を採っている。

【0023】このため、この請求項4記載の発明では、ファン音の放射空間に騒音レベル検出手段（マイクロホン）により、音波干渉による消音効果をモニタリングしてシステムの稼働状況を監視する事が可能となり、同時に、この消音効果にかかる情報はコントローラに入力されることから、当該コントローラでは音波干渉後の騒音が最適となるように振幅と位相を最適状態に設定制御することができる。

【0024】更に、上記各請求項1～4記載の発明にあっては、ファンの回転運動から直接参照信号を得るため、ハウリング現象をおこす危険がなく、波形処理の時間を著しく短くすることができる。このため逆波形音を発生させる手段を騒音源へ近接させることが可能となり、その結果、システムを小型化が可能となり、ファンの回転変動に追従可能な信頼性の高い消音システムを実現することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面に従って順次説明する。

【0026】〔第1の実施の形態〕図1にこれを示す。この図1において、符号1は七枚羽根のファンを示す。このファン1には、その回転軸1Aを介して回転情報検出手段2が装備されている。この回転情報検出手段2は、後述するように、ファン1の回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出してこれを電気信号に変換する機能を備えている。

【0027】更に、この図1に示す第1の実施形態は、上記回転情報検出手段2からの出力を入力しファン1から発する騒音の基本波を抽出する周波数成分抽出手段としてのバンドパスフィルタ3と、この周波数成分抽出手

段（バンドパスフィルタ）3で抽出された騒音の基本波信号の振幅と位相とを調整し出力する出力調整手段4

と、この出力調整手段4から出力される基本波信号にかかる電気信号を音声信号に変換し前述したファン1からの騒音に向けて放出する消音スピーカ5とを備えている。

【0028】ここで、出力調整手段4は、基本波信号にかかる電気信号の位相を $180^\circ$ ずらして逆位相に設定する位相調整器4Aと、当該基本波信号にかかる電気信号の信号レベルを逆方向（負値）の所定レベル（打ち消すのに最適なレベル）に設定するレベル調整器4Bとを備えている。

【0029】また、前述した回転情報検出手段2は、ファン1の回転軸に連結され光透過領域と光遮蔽領域とが交互に等間隔に付された回転円盤2Aと、この回転円盤2Aの回転情報を検知する信号検出器2Bとを備えている。この内、回転円盤2Aは、その盤面が前述したファン1の七枚の羽根数に合わせて放射状に光透過領域と光遮蔽領域とが交互に等間隔に14等分され、信号検出器2Bはフォトインタラプタにより構成されている。

【0030】そして、ファン1に連動して回転する回転円板2Aは、信号検出器（フォトインタラプタ）2Bからの光を通過／遮光させる。この動作によって信号検出器2Aでは、「回転数/秒」と「羽の枚数」との積に等しい周波数を主成分とした信号を出力する。

【0031】この信号検出器2Aからの出力信号の中から、バンドパスフィルタ3では、「回転数/秒」と「羽根の枚数」との積に等しい周波数（基本周波数）のみを抽出する。この基本周波数は、ファン音の1次特徴周波数に等しい。

【0032】このバンドパスフィルタ3で抽出された基本周波数のファン音信号は、その位相と振幅とが前述した位相調整器4Aとレベル調整器4Bとによって調整され、消音スピーカ5からファン音の1次特徴周波数音と逆波形（位相が $180^\circ$ づれた波形）の関係にある音波として出力される。これによって、互いの音波干渉によって1次特徴周波数音が消音され、ファン音の低減が実現される。

【0033】ここで、上記第1の実施の形態では、ファン騒音の基本波信号のみを対象として消音する場合を例示したが、第1高調波又は第3高調波等、特定の耳障りな高調波を対象としてファン騒音の低減を図り得るように各部を構成してもよい。

【0034】〔第2の実施の形態〕図2にこれを示す。この図2において、符号11は六枚羽根のファンを示す。このファン11の回転領域の外周部分に、当該ファン11に対向して回転情報検出手段12が装備されている。この回転情報検出手段12は、ファン11の回転により生じる騒音に対応した基本周波数を含むファン回転情報を検出し、これを電気信号に変換する機能を備えて

いる。

【0035】即ち、この回転情報検出手段12は、ファン11の各羽根に装着した磁性部材12a、12a、・・・と、この各磁性部材12aに対応してファン11に近接装備された磁気センサ12Bと、この磁気センサ12Bの出力を増幅して周波数成分抽出手段（バンドパスフィルタ）13に送り込むプリアンプ（前置増幅器）12Cとを備えている。その他の構成は前述した図1の第1実施形態と同一となっている。

【0036】このため、この図2に示す第2の実施形態にあっては、上述した磁気センサ12Bとファン11の各羽根に装着した磁性部材12aとの組合せによって参照信号を得ることができる。即ち、ファン11の各羽根に装備された磁性体12aに磁気センサ12Bが接近し或いは離間するときの磁界変化は、当該磁気センサ12Bによってまず検出される。ここで、ファン11の各羽根に磁性体12aを設けたのは、「回転数/秒」と「羽根の枚数」との積に等しい周波数を基本周波数とする高調波を得るためである。

【0037】次に、磁気センサ12Bによって検出された信号は、バンドパスフィルタ13によって消音対象とする任意の次数の特徴周波数を通過させる。この信号の位相と振幅を前述した第1の実施形態の場合と同様に調整することによって、任意の次数の特徴周波数音の消音を図ることができ、これによってファン音を有効に低減させることができる。

【0038】ここで、上記第2の実施の形態では、ファン騒音の基本波信号のみを対象として消音する場合を例示したが、第1高調波又は第3高調波等、特定の耳障りな高調波を対象としてファン騒音の低減を図り得るように各部を構成してもよい。

【0039】〔第3の実施の形態〕図3にこれを示す。ここで、前述した図2の場合と同一構成部材については同一の符号を用いるものとする。この図3に示す第3の実施形態は、ファン11の回転と共に生じる騒音の基本周波数を含むファン回転情報を検出し電気信号に変換する回転情報検出手段12と、この回転情報検出手段12で検出されるファンの回転数情報に基づいて作動し当該ファン騒音の基本波及び一又は二以上の高調波の各周波数成分を個別に抽出する複数の周波数成分抽出手段としてのバンドパスフィルタ23<sub>0</sub>、23<sub>1</sub>、23<sub>2</sub>、・・・、23<sub>n</sub>と、この各バンドパスフィルタ23<sub>0</sub>～23<sub>n</sub>から出力される基本波及び一又は二以上の高調波の各周波数成分を各別に出力レベルと位相とを調整する複数の出力調整手段24<sub>0</sub>、24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、・・・、24<sub>n</sub>と、この各出力調整手段24<sub>0</sub>～24<sub>n</sub>から出力される信号を音声信号に変換してファン11からの騒音に向けて放出する消音用スピーカ25とを備えている。

【0040】又、上記各出力調整手段24<sub>0</sub>～24<sub>n</sub>と消音スピーカ25との間に、前記各出力調整手段24<sub>0</sub>

～24<sub>n</sub>の各出力を合成する出力合成回路としての加算器26が装備されている。

【0041】ここで、出力調整手段24<sub>0</sub>は、前述した図1の場合と同様に、送り込まれる電気信号の位相を180°ずらして逆位相に設定する位相調整器24A<sub>0</sub>と、当該電気信号の信号レベルを逆位相の所定レベル（打ち消すのに最適なレベル）に設定するレベル調整器24B<sub>0</sub>とを備えている。

【0042】他の出力調整手段24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、・・・、24<sub>n</sub>も同様に構成され、それぞれ位相調整器24A<sub>1</sub>、24A<sub>2</sub>・・・又は24A<sub>n</sub>と、レベル調整器24B<sub>1</sub>、24B<sub>2</sub>・・・又は24B<sub>n</sub>とを、それぞれ備えている。

【0043】そして、「回転数/秒」と「羽根の枚数」との積に等しい周波数を基本周波数とする高調波を得た後、これを、前述した図1の場合と同様に出力調整手段24<sub>0</sub>～24<sub>n</sub>によって調整された逆位相の基本周波数とその高調波を出力合成回路である加算器26で加算し、これを前述した図1の場合と同様に消音スピーカ25からファン音に対応する各特徴周波数音と逆波形の関係にある音波として出力する。

【0044】これにより、互いの音波干渉によって各特徴周波数音が消音され、ファン音の低減が実現される。この場合、前述したバンドパスフィルタ23<sub>0</sub>、23<sub>1</sub>、23<sub>2</sub>、・・・、23<sub>n</sub>の内の何れか一つ又は二つのみを作動させるように構成してもよい。この様にすると、該当するバンドパスフィルタにかかる基本波又は特定の高調波のみを対象とした特徴周波数音を消音することができる。

【0045】また、前述した各チャンネルの信号は加算器26で合成され、相互に独立して互いのチャンネルの振幅、位相が調整された後の合成信号としてスピーカ25を駆動してファン音を低減する。

【0046】〔第4の実施の形態〕図4にこれを示す。ここで、前述した図3の場合と同一構成部材については同一の符号を用いるものとする。この図4に示す第4の実施形態は、前述した図3に示す第3の実施形態において開示したバンドパスフィルタ23<sub>0</sub>、23<sub>1</sub>～23<sub>n</sub>と、この各バンドパスフィルタ23<sub>0</sub>、23<sub>1</sub>～23<sub>n</sub>から出力される基本波および一又は二以上の高調波の各周波数成分の出力レベルと位相とを調整する複数の出力調整手段24<sub>0</sub>、24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、・・・、24<sub>n</sub>に代えて、複数の演算増幅器（オペアンプ）33<sub>0</sub>、33<sub>1</sub>、33<sub>2</sub>、・・・、33<sub>n</sub>を装備した点に特徴を備えている。図5に、上記オペアンプ33<sub>0</sub>、33<sub>1</sub>、33<sub>2</sub>の周波数特性を示す。その他の構成は前述した図3の場合と同一となっている。

【0047】即ち、この図4に示す第4の実施形態は、ファン音の1～3次の特徴周波数音の消音を意図したものである。

【0048】ここで、ファン音の特徴周波数音と参照信号から得られる特徴周波数成分との位相遅れは、1～3次の特徴周波数音に対して、それぞれ「70°、140°、35°」であり、スピーカ25より発生する音波に必要な増幅率は、「30[dB]、20[dB]、10[dB]」であることが実験的に確認されている。このため、所望の増幅度および位相遅れを得るための演算増幅器（オペアンプ）の共振周波数とQ値を適切に選択することにより、図3におけるバンドパスフィルタ23<sub>0</sub>、23<sub>1</sub>、23<sub>2</sub>及び出力調整手段24<sub>0</sub>、24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>に代えることができる。

【0049】この場合、演算増幅器（オペアンプ）33<sub>0</sub>では、「増幅度が30[dB]、位相遅れが70°」に設定され、演算増幅器（オペアンプ）33<sub>1</sub>では「増幅度が20[dB]、位相遅れが140°」に設定され、演算増幅器（オペアンプ）33<sub>2</sub>では「増幅度が10[dB]、位相遅れが35°」に設定されている。

【0050】そして、これら各オペアンプ33<sub>0</sub>～33<sub>2</sub>を通過した信号は加算器26で合成されてスピーカ25を駆動し、これによって1～3次の特徴周波数の消音の実現される。

【0051】図6（A）（B）に実験結果を示す。この内、図6（A）はファン11のファン音の消音動作前の騒音スペクトルを示す。この図6（A）では、「回転数/秒」と「羽根の枚数」の積に一致する周波数に1～3次の特徴周波数音が卓越したピークとして現れている。また、図6（B）は、消音動作後の騒音スペクトルを示す。1～3次の特徴周波数音を対象として三チャンネルの消音装置を構成した。この結果、1～3次の特徴周波数音は、それぞれ30[dB]、20[dB]、10[dB]分、低減することができた。

【0052】尚、上記実施形態（図4）では、オペアンプの周波数特性を利用してバンドパスフィルタ及び位相回路の全体を省略した場合を例示したが、磁性部材12aの設置位置を変えることにより（或いは、図1の実施形態にあってはファン1と回転円板2Aとの位相関係を適切に選択することによって）、少なくとも1つ以上の位相回路の省略が可能となる。

【0053】【第5の実施の形態】図7にこれを示す。ここで、前述した図1（第1の実施形態）の場合と同一構成部材については同一の符号を用いるものとする。

【0054】この図7に示す第5の実施形態は、前述した図1に示す第1の実施形態において、ファン音の放射空間に、当該ファン音にかかる騒音の消音状況（スピーカ25から放射する干渉音の干渉結果）を常時監視する騒音レベル検出手段としての騒音検出用マイクロホン40を装備する。そして、この騒音検出用マイクロホン40で検出される騒音レベルに基づいて前述した出力調整手段4（位相調整器4Aとレベル調整器4B）を操作制御して当該ファン騒音にかかる周波数の振幅と位相とを

調整し、それぞれを最適消音状態に設定制御するコントローラ41を装備した点に特徴を備えている。その他の構成は、前述した図1の実施形態と同一となっている。

【0055】ファン音の特徴周波数音は、一般に、経時的に或いは音の放射空間における温度等によって振幅や位相が変化する。このため、本実施形態にあってはこの変化に対応するため、ファン音の放射空間における音波干渉後の騒音を騒音検出用マイクロホン40で常時監視する。そして、音波干渉の精度が悪化した場合は、直ちに参照信号の振幅と位相とを再調整する。この図8に示す第5の実施の形態は、前述した図1に示す第1の実施の形態の場合と同一の作用効果を有するほか、かかる動作によって、常に最適な音波干渉を実現し得るようになってい

【0056】ここで、上記図1に開示した回転情報検出手段2については、図1の光学的手法、或いは図2の磁気的手法によるほか、例えば、ファン1、11の回転軸を円周方向に導電体で羽根の数だけ分割しオン/オフ回路を構成し、接触子によって同期信号を検出するようにしてもよい。

【0057】

【発明の効果】本発明は以上のように構成され機能するので、これによると、ファンの回転運動から直接参照信号を得るため、ハウリング現象をおこす危険がなく、波形処理の時間を著しく短くすることができ、少なくとも騒音レベルの高い基本波の騒音レベルを有効に低減することができ、また、逆波形音波を発生させる手段を騒音源へ近接させることが可能となり、このため、システム全体を比較的小型化することが可能となり、ファンの回転変動に十分追従可能な信頼性の高いファン音消音装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す構成図である。

【図2】本発明の第2の実施形態を示す構成図である。

【図3】本発明の第3の実施形態を示す構成図である。

【図4】本発明の第4の実施形態を示す構成図である。

【図5】図4内に開示した三個のオペアンプの周波数特性を示す図で、図5（A）は周波数と振幅との関係を示す線図、図5（B）は周波数と位相との関係を示す線図である。

【図6】図4に示す第4の実施形態におけるファン騒音とその消音状況（実験値）を示す図で、図6（A）はファンの騒音スペクトルの一例を示す線図、図6（B）は図6（A）に対するファン音の低減効果（実験値）を示す線図である。

【図7】本発明の第5の実施形態を示す構成図である。

【図8】従来の消音システムを示す説明図である。

【符号の説明】

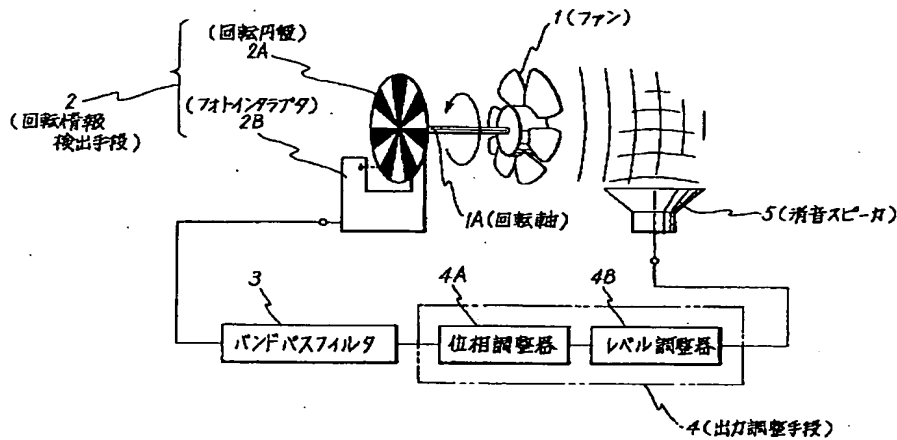
1、11 ファン

2、12 回転情報検出手段

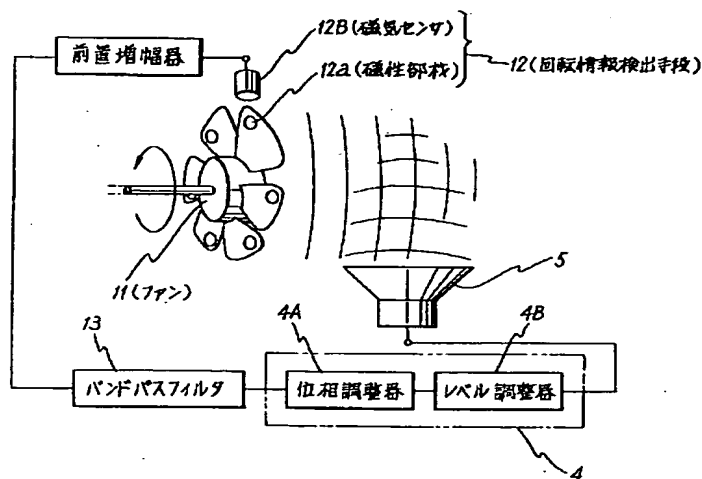
- 2 A 回転円盤  
 2 B 信号検出器としてのフォトインタラプタ  
 3, 1 3, 2 3<sub>0</sub>, 2 3<sub>1</sub> ~ 2 3<sub>n</sub> 周波数成分抽出手段としてのバンドパスフィルタ  
 4, 2 4<sub>0</sub>, 2 4<sub>1</sub> ~ 2 4<sub>n</sub> 出力調整手段  
 4 A, 2 4 A<sub>0</sub>, 2 4 A<sub>1</sub> ~ 2 4 A<sub>n</sub> 位相調整器  
 4 B, 2 4 B<sub>0</sub>, 2 4 B<sub>1</sub> ~ 2 4 B<sub>n</sub> レベル調整器  
 5, 2 5 スピーカ

- 1 2 a 磁性部材  
 1 2 B 磁気センサ  
 2 6 出力合成回路としての加算器  
 3 3<sub>0</sub>, 3 3<sub>1</sub> ~ 3 3<sub>n</sub> 演算増幅器としてのオペアン  
 プ  
 4 0 騒音レベル検出手段  
 4 1 コントローラ

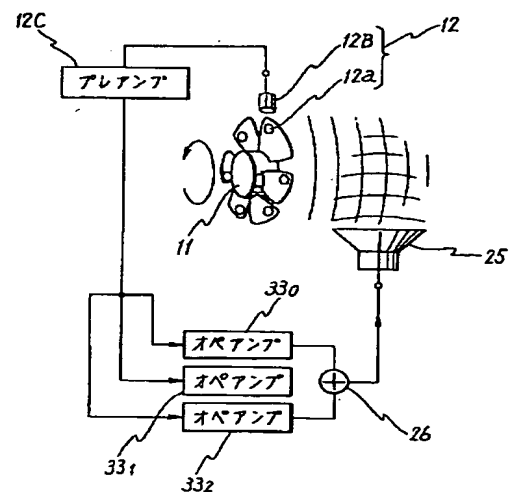
【図1】



【図2】

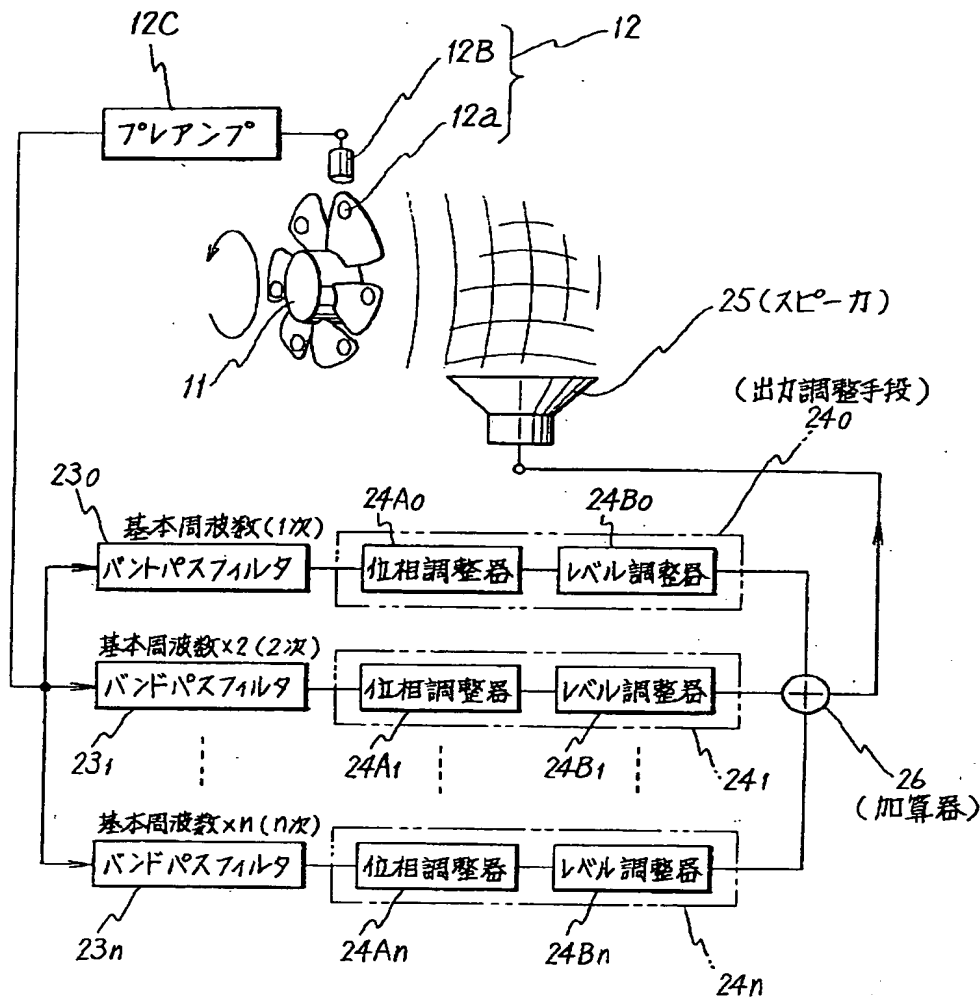


【図4】

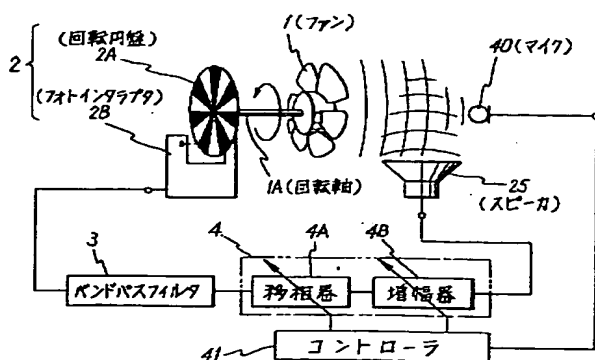




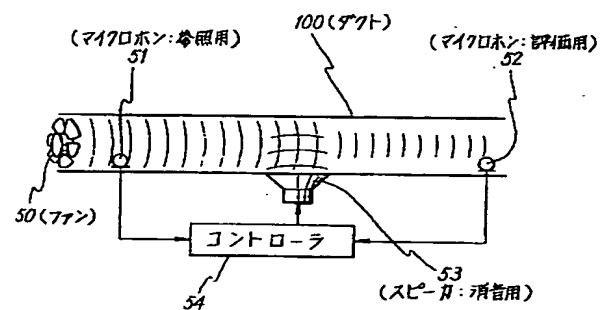
【図3】



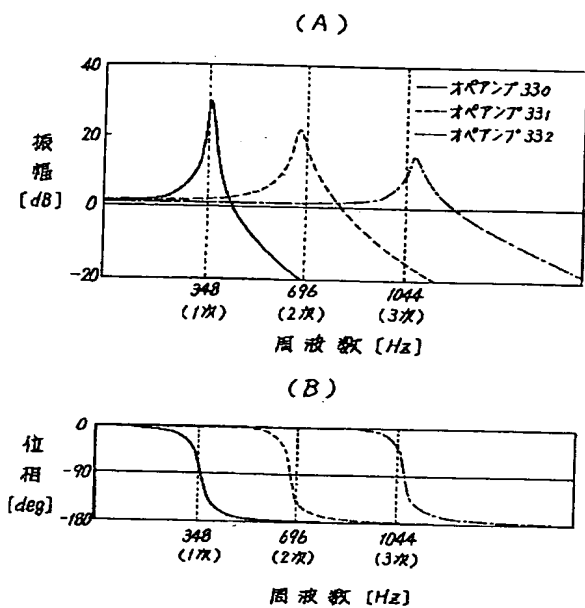
【図7】



【図8】



【図5】



【図6】

